

(c)

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 10-288067

(43)Date of publication of application : 27.10.1998

(51)Int.Cl.

F02D 41/04  
 F02D 41/04  
 F02D 41/04  
 F01N 3/08  
 F01N 3/24  
 F02D 41/34  
 F02D 41/34

(21)Application number : 10-040556

(71)Applicant : DENSO CORP  
 TOYOTA MOTOR CORP

(22)Date of filing : 23.02.1998

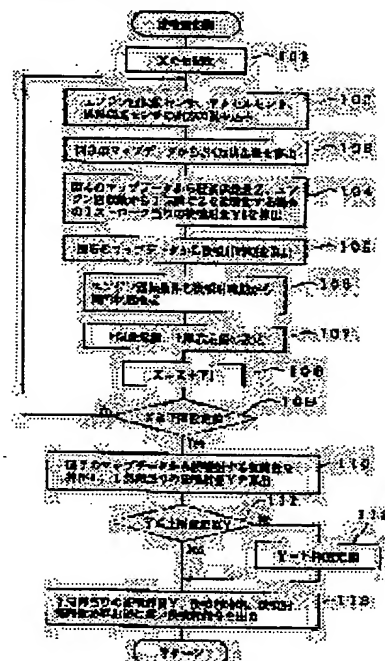
(72)Inventor : SUGURO HAJIME  
 KUBOSHIMA TSUKASA  
 NAKAMURA KANEHITO

## (54) EXHAUST EMISSION CONTROL DEVICE OF INTERNAL COMBUSTION ENGINE

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To prevent fuel post-injected for supplying hydrocarbon to NOx catalyst from adhering to cylinder walls and mixing into lubricating oil.

SOLUTION: A temperature and pressure in a cylinder are estimated with engine operating conditions and post-injection timing and, based on the estimated results, the lower and upper limit set values of the post-injected amount are calculated (step 106, 107). When the post-injected amount Y1 for each cylinder calculated with the engine operating conditions and catalyst temperature is smaller than the lower limit set value, the post-injection is stopped, and the post-injected amount for several cycles is accumulated. When the accumulated value X reaches the lower limit set value or higher, the number of cylinders to be post-injected is calculated based on the supplied amount of light oil Z for each unit time and engine speed, and the post-injected amount Y for each cylinder (for each stroke) is calculated (steps 108 to 110). Then, when the post-injected amount Y is higher than the upper limit set value, the post-injected amount Y is corrected to the upper limit set value and the post-injection is performed (steps 111, 112, and 113).



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the  
 examiner's decision of rejection or application converted  
 registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of  
 rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision  
 of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

特開平10-288067

(43) 公開日 平成10年(1998)10月27日

(51) Int. Cl. <sup>6</sup>	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
F02D 41/04	330		F02D 41/04	330 M
	ZAB			ZAB
	335			335 C
F01N 3/08	ZAB		F01N 3/08	ZAB G
3/24	ZAB		3/24	ZAB R
審査請求 未請求 請求項の数 6 O L (全14頁) 最終頁に続く				

(21) 出願番号 特願平10-40556  
 (62) 分割の表示 特願平9-92314の分割  
 (22) 出願日 平成9年(1997)4月10日

(71) 出願人 000004260  
 株式会社デンソー  
 愛知県刈谷市昭和町1丁目1番地  
 (71) 出願人 000003207  
 トヨタ自動車株式会社  
 愛知県豊田市トヨタ町1番地  
 (72) 発明者 勝呂 肇  
 愛知県刈谷市昭和町1丁目1番地 株式会  
 社デンソー内  
 (72) 発明者 窪島 司  
 愛知県刈谷市昭和町1丁目1番地 株式会  
 社デンソー内  
 (74) 代理人 弁理士 碓氷 裕彦

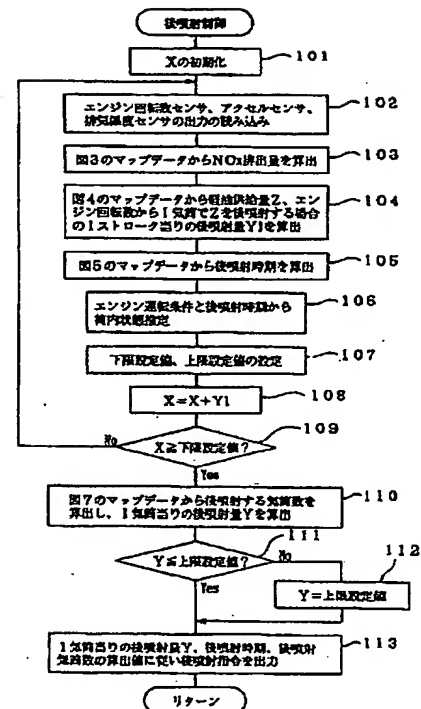
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 内燃機関の排気浄化装置

(57) 【要約】

【課題】 NO<sub>x</sub>触媒に炭化水素を供給するための後噴射燃料がシリンダ壁に付着して潤滑油に混入することを防止する。

【解決手段】 エンジン運転条件と後噴射時期とから筒内温度と筒内圧力を推定し、その推定結果から後噴射量の下限設定値と上限設定値を算出する(ステップ106, 107)。エンジン運転状態と触媒温度から算出した1気筒当りの後噴射量Y1が下限設定値より小さい場合は、後噴射を中止して数サイクル分の後噴射量を積算し、その積算値Xが下限設定値以上になった時に、単位時間当りの軽油供給量Zとエンジン回転数とに基づいて、後噴射する気筒数を算出し、1気筒当りの後噴射量Y(1ストローク当り)を算出する(ステップ108~110)。この後噴射量Yが上限設定値よりも大きければ、後噴射量Yを上限設定値に補正して後噴射を実行する(ステップ111, 112, 113)。



## 【特許請求の範囲】

【請求項 1】 内燃機関の各気筒毎に燃料噴射手段を設けると共に、前記内燃機関の排気通路に排気中の窒素酸化物を還元浄化する触媒を設け、前記各気筒の燃料噴射手段に機関出力発生のための主噴射指令を出力すると共に少なくとも 1 つの気筒の燃料噴射手段に前記触媒への炭化水素供給のための後噴射指令を出力する噴射制御手段を備えた内燃機関の排気浄化装置において、前記内燃機関の運転状態を検出する運転状態検出手段と、

前記触媒の活性状態を検出する触媒活性状態検出手段とを備え、前記噴射制御手段は、前記運転状態検出手段の検出値と前記触媒活性状態検出手段の検出値に基づいて前記触媒へ供給する炭化水素量（以下「目標後噴射量」という）を算出すると共に後噴射時期を設定し、更に前記目標後噴射量と前記運転状態検出手段の検出値とに基づいて後噴射する気筒数と 1 気筒当りの後噴射量を算出し、その算出結果に応じて前記燃料噴射手段に後噴射指令を出力することを特徴とする内燃機関の排気浄化装置。

【請求項 2】 前記噴射制御手段は、1 気筒当りの後噴射量の下限設定値と上限設定値を設定し、算出した 1 気筒当りの後噴射量が下限設定値と上限設定値の範囲内の場合にのみ後噴射指令を出力することを特徴とする請求項 1 に記載の内燃機関の排気浄化装置。

【請求項 3】 前記噴射制御手段は、1 気筒当りの後噴射量が前記下限設定値より小さい場合は、後噴射を中止して数サイクル分の後噴射量を積算し、その積算値が下限設定値以上になった時に後噴射指令を出力し、1 気筒当りの後噴射量が前記上限設定値を超えた場合は、1 気筒当りの後噴射量を上限設定値に補正して後噴射指令を出力することを特徴とする請求項 2 に記載の内燃機関の排気浄化装置。

【請求項 4】 前記下限設定値は、前記内燃機関の 1 気筒の排気量 1 リットル当たり 1～8 mm<sup>3</sup> / ストロークの範囲内で設定され、前記上限設定値は、1 気筒の排気量 1 リットル当たり 8～20 mm<sup>3</sup> / ストロークの範囲内で設定されることを特徴とする請求項 2 又は 3 に記載の内燃機関の排気浄化装置。

【請求項 5】 前記噴射制御手段は、前記運転状態検出手段の検出値と前記後噴射時期とに基づいて各気筒の筒内状態を推定し、推定した各気筒の筒内状態に基づいて前記下限設定値と前記上限設定値を設定することを特徴とする請求項 2 乃至 4 のいずれかに記載の内燃機関の排気浄化装置。

【請求項 6】 前記噴射制御手段は、前記運転状態検出手段の検出値と前記後噴射時期に基づいて推定した各気筒の筒内圧力又は筒内温度が高くなるほど前記下限設定値と前記上限設定値を大きく設定することを特徴とする請求項 5 に記載の内燃機関の排気浄化装置。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は、内燃機関の排気ガス中に含まれる窒素酸化物を触媒で還元浄化する内燃機関の排気浄化装置に関するものである。

## 【0002】

【従来の技術】 ディーゼルエンジン等の酸素過剰下で燃料の燃焼が行われる内燃機関から排出される排気中の窒素酸化物（NO<sub>x</sub>）を浄化するために、排気管内に NO<sub>x</sub> 触媒を設置し、炭化水素（燃料）を還元剤として NO<sub>x</sub> 触媒に供給して NO<sub>x</sub> を還元浄化する技術が提案されている。この触媒の NO<sub>x</sub> 浄化特性は、図 4 に示すように、所定の活性温度範囲（例えば 200℃ から 400℃）においてのみ NO<sub>x</sub> 浄化率が高くなり、また、NO<sub>x</sub> 触媒に供給する炭化水素の量に応じて NO<sub>x</sub> 浄化率が変化することが知られている。

【0003】 通常の内燃機関の排気ガス中には、ほとんど炭化水素が含まれていないため、NO<sub>x</sub> 触媒で NO<sub>x</sub> を還元浄化するためには、排気ガスに還元剤である炭化水素を添加する必要がある。これを行うために、燃料噴射弁から燃料噴射（主噴射）した後の膨張又は排気行程で、燃料噴射弁から少量の燃料を後噴射し、この後噴射により未燃燃料（炭化水素）を還元剤として NO<sub>x</sub> 触媒に供給するようにしたものがある。

【0004】 しかし、この方法では、後噴射する燃料量が多い場合や後噴射圧力が高い場合には、後噴射した燃料の一部がシリンダ壁に到達して付着し、潤滑油に混入することで、潤滑油の粘性が低下して潤滑油が劣化したり、最悪の場合には、ピストンが焼き付きを起こすおそれがある。しかも、後噴射した燃料の一部がシリンダ壁に付着すれば、その分、NO<sub>x</sub> 触媒に供給する後噴射の燃料量が不足して、NO<sub>x</sub> 浄化率が低下することにもなる。

【0005】 そこで、特開平 8-74561 号公報では、排気弁と吸気弁が両方開いてシリンダ内の空気の流れが強い時に、後噴射を行うことで、後噴射燃料のシリンダ壁への付着を回避することを提案している。

## 【0006】

【発明が解決しようとする課題】 しかし、上記公報のように、シリンダ内の空気の流れを利用するだけでは、後噴射する燃料の量が多い場合や、後噴射する燃料の圧力が高い場合は、やはり、後噴射した燃料の一部がシリンダ壁に付着する場合は生じる。また、燃料噴射弁は、主噴射時の噴射量の調整範囲で精度良く動作するように設計されており、後噴射時のように少量の燃料噴射量の調整は、本来的に得意としていない。従って、後噴射する燃料の量が少ない場合は、燃料噴射弁の個体差（ばらつき）や経時変化等の影響をより強く受けて後噴射量が変動しやすく、実際の後噴射量が目標値からずれてしまいいてしまい、最適な炭化水素量を NO<sub>x</sub> 触媒に供給でき

なくなる。

【0007】そこで、本発明の第1の目的は、後噴射した燃料がシリンダ壁に付着することを防止することであり、更に、第2の目的は、後噴射量が少ない場合の後噴射量のばらつきの問題を解決することである。

【0008】

【課題を解決するための手段】本発明の請求項1では、内燃機関の運転状態を運転状態検出手段により検出すると共に、触媒の活性状態を触媒活性状態検出手段により検出し、噴射制御手段は、前記運転状態検出手段の検出値と前記触媒活性状態検出手段の検出値に基づいて触媒へ供給する炭化水素量（以下「目標後噴射量」という）を算出すると共に後噴射時期を設定し、更にこの目標後噴射量と運転状態検出手段の検出値とに基づいて後噴射する気筒数と1気筒当りの後噴射量を算出し、その算出結果に応じて燃料噴射手段に後噴射指令を出力する。

【0009】このようにすれば、目標後噴射量が多い場合には、後噴射する気筒数を多くして、1気筒当りの後噴射量を適正範囲内にすることができ、シリンダ壁への後噴射燃料の付着を防止できる。これにより、目標後噴射量が多い場合でも、潤滑油への後噴射燃料の混入を防止できて、潤滑油の寿命を延ばすことができると共に、NOxの還元浄化に必要な後噴射量を目標値に合わせて精度良く制御することができ、NOx浄化率を向上できる。

【0010】更に、本発明では運転状態検出手段の検出値（内燃機関の運転状態）と触媒活性状態検出手段の検出値に基づいて後噴射時期を設定している。後噴射時期によって筒内の温度や筒内の空気の流れの強さが変化するため、内燃機関の運転状態や触媒の活性状態に応じて最適な後噴射時期を設定することで、後噴射燃料の高改質化とシリンダ壁への後噴射燃料の付着防止の効果を更に高めることができる。

【0011】また、請求項2のように、1気筒当りの後噴射量の下限設定値と上限設定値を設定し、算出した1気筒当りの後噴射量が下限設定値と上限設定値の範囲内の場合にのみ後噴射指令を出力するようにしても良い。このようにすれば、算出した1気筒当りの後噴射量が下限設定値（つまり燃料噴射手段が精度良く噴射動作できる噴射量の下限値）以上にならないと、後噴射しないため、後噴射量のばらつきを防止でき、触媒への炭化水素の供給量を目標値通りに制御することができる。しかも、1気筒当りの後噴射量が上限設定値（つまり後噴射燃料がシリンダ壁に付着しない後噴射量の上限値）を越える場合には、後噴射しないため、シリンダ壁への後噴射燃料の付着を確実に防止することができる。

【0012】この場合、請求項3のように、1気筒当りの後噴射量が下限設定値より小さい場合は、後噴射を中止して数サイクル分の後噴射量を積算し、その積算値が下限設定値以上になった時に後噴射指令を出力し、1気

筒当りの後噴射量が前記上限設定値を超えた場合は、1気筒当りの後噴射量を上限設定値に補正して後噴射指令を出力することが好ましい。このようにすれば、後噴射量のばらつきやシリンダ壁への後噴射燃料の付着を防止しながら、NOxの還元浄化に必要な後噴射量を目標値に合わせて精度良く制御することができ、NOx浄化率を向上することができる。

【0013】更に、請求項4のように、1気筒当りの後噴射量の下限設定値を内燃機関の1気筒の排気量1リットル当たり1～8mm<sup>3</sup>/ストローク（1回の噴射動作）の範囲内で設定し、上限設定値を8～20mm<sup>3</sup>/ストロークの範囲内で設定することが好ましい。本発明者の実験結果によれば1気筒の排気量1リットル当りの後噴射量が1mm<sup>3</sup>/ストロークよりも小さくなると、後噴射量のばらつきが顕著になるため、下限設定値を1mm<sup>3</sup>/ストローク以上に設定する必要がある。また、1気筒の排気量1リットル当りの後噴射量が20mm<sup>3</sup>/ストロークを越えると、シリンダ壁への後噴射燃料の付着が顕著になるため、上限設定値を20mm<sup>3</sup>/ストローク以下にする必要がある。これらの下限設定値と上限設定値は、燃料噴射手段の固体差（ばらつき）や経時変化、運転状態等によって変化するため、下限設定値を1～8mm<sup>3</sup>/ストロークの範囲内、上限設定値を8～20mm<sup>3</sup>/ストロークの範囲内で適宜設定すれば、後噴射量のばらつきやシリンダ壁への後噴射燃料の付着を防止することができる。

【0014】この場合、請求項5のように、前記運転状態検出手段の検出値と前記後噴射時期に基づいて各気筒の筒内状態を推定し、推定した各気筒の筒内状態に基づいて前記下限設定値と前記上限設定値を設定するようにしても良い。つまり、各気筒の筒内状態によって筒内に後噴射した燃料の挙動や改質度が異なってくるため、各気筒の筒内状態に基づいて下限設定値と上限設定値を設定すれば、幅広い運転条件下で後噴射量のばらつきやシリンダ壁への後噴射燃料の付着を防止することができる。

【0015】更に、請求項6のように、前記運転状態検出手段の検出値と前記後噴射時期に基づいて推定した各気筒の筒内圧力又は筒内温度が高くなるほど、前記下限設定値と前記上限設定値を大きく設定するようにしても良い。つまり、各気筒の筒内圧力温度が高くなるほど、後噴射燃料の熱改質が良くなり、また、筒内圧力が高くなるほど、筒内を流れる空気の流れが強くなり、後噴射燃料がシリンダ壁に付着しにくくなる。それ故、各気筒の筒内圧力又は筒内温度が高くなるほど、前記下限設定値と前記上限設定値を大きく設定すれば、各気筒の筒内圧力又は筒内温度に応じた最適な設定値を得ることができる。

【0016】

【発明の実施の形態】

10

20

30

40

50

【実施形態(1)】以下、本発明を例えば4気筒ディーゼルエンジンに適用した実施形態(1)を図1乃至図11に基づいて説明する。まず、図1に基づいてエンジン制御システム全体の構成を説明する。内燃機関であるディーゼルエンジン10の各気筒には、吸気管11を通して吸入される吸入空気が吸気マニホールド13を通して吸入される。ディーゼルエンジン10の各気筒には、燃料噴射手段として蓄圧式の燃料噴射弁14が取り付けられ、各燃料噴射弁14には、高圧燃料ポンプ15から高圧に蓄圧された燃料がコモンレール16を通して分配される。このコモンレール16には、各燃料噴射弁14に分配する燃料の圧力(コモンレール燃圧)を検出する燃料圧力センサ12(燃料圧力検出手段)が取り付けられている。

【0017】ディーゼルエンジン10の各気筒から排出される排気ガスは、排気マニホールド17(排気通路)を通して1本の排気管18(排気通路)に排出され、この排気管18の途中には、排気中のNOxを還元浄化する触媒、すなわちNOx触媒19が設置されている。このNOx触媒19の母材は、セラミック等の多孔質部材からなるハニカム状格子により多数の流路が形成されたものであり、多孔質部材の表面には、ゼオライト、シリカ等のコート層が設けられ、更にその表面にはPt等の貴金属、Cuなどの遷移金属、或は、アルカリ金属、アルカリ土類金属が担持されている。

【0018】このNOx触媒19の下流側には排気温度センサ20が設置されている。この排気温度センサ20は、NOx触媒19の出口の排気温度を検出し、その排気温度から触媒温度(触媒活性状態)を推定する触媒活性状態検出手段として機能する。ディーゼルエンジン10の運転中は、エンジン電子制御回路(以下「ECU」と表記する)25によって各気筒の燃料噴射弁14が制御される。このECU25は、アクセルセンサ26及びエンジン回転数センサ27(これらはいずれも運転状態検出手段に相当)から出力される信号を読み込んでディーゼルエンジン10の運転状態を検出すると共に、排気温度センサ20の出力信号を読み込んでNOx触媒19の温度を推定する。

【0019】このECU25は、マイクロコンピュータを主体として構成され、内蔵されたROM(記憶媒体)には、主噴射制御プログラム(図示せず)や図2に示す後噴射制御プログラム、図3乃至図7に示すマップデータ等が記憶されている。このECU25は、主噴射制御プログラムを実行することで、各気筒の燃料噴射弁14にエンジン出力発生のための主噴射指令を出力し、更に、図2の後噴射制御プログラムを実行することで、後噴射する気筒数と1気筒当りの後噴射量を算出し、その算出結果に応じて各気筒の燃料噴射弁14にNOx触媒19への炭化水素供給のための後噴射指令を出力する噴射制御手段として機能する。

【0020】以下、このECU25によって実行される後噴射制御プログラムの処理内容を図2のフローチャートに従って説明する。本プログラムは、後噴射する直前に実行される。本プログラムが起動されると、まず、ステップ101で、後噴射量積算値Xを初期化してX=0とし、次のステップ102で、エンジン回転数センサ27、アクセルセンサ26、排気温度センサ20から出力されるエンジン回転数、アクセル開度、排気温度の信号を読み込む。この後、ステップ103で、エンジン回転数とアクセル開度とに基づいて、エンジン10から排出されるNOx排出量を図3に示すマップデータより算出する。

【0021】この後、ステップ104で、上記ステップ102で読み込んだ排気温度とステップ103で算出したNOx排出量とに基づいて、後噴射によりNOx触媒19に供給すべき単位時間当りの軽油供給量Z(目標後噴射量に相当)を図4に示すマップデータより算出し、この単位時間当りの軽油供給量Zを1気筒で後噴射する場合の燃料噴射弁14の1ストローク(1噴射動作)当りの後噴射量Y1を上記ステップ102で読み込んだエンジン回転数を基にして算出する。

【0022】この後、ステップ105で、エンジン負荷と排気温度とに基づいて、後噴射時期を図5に示すマップデータより算出し、次のステップ106で、エンジン運転条件(エンジン回転数、アクセル開度)と後噴射時期とに基づいて、ECU25のROMに記憶されたマップデータから筒内状態(筒内温度と筒内圧力)を推定する。そして、次のステップ107で、上記ステップ105から推定した筒内温度と筒内圧力とに基づいて、後噴射量の下限設定値と上限設定値を図6に示すマップデータより算出する。

【0023】この場合、下限設定値と上限設定値は、筒内温度、筒内圧力が高くなるほど大きく設定する。下限設定値は、燃料噴射弁14が精度良く噴射動作できる噴射量の下限值であり、具体的にはエンジンの1気筒の排気量1リットル当り1~8mm<sup>3</sup>/ストローク(望ましくは2~6mm<sup>3</sup>/ストローク)の範囲内で設定し、上限設定値は、後噴射燃料がシリンダ壁に付着しない後噴射量の上限值であり、具体的にはエンジンの1気筒の排気量1リットル当り8~20mm<sup>3</sup>/ストローク(望ましくは8~12mm<sup>3</sup>/ストローク)の範囲内で設定する。例えば、排気量2リットルの4気筒エンジンでは、下限設定値は、0.5~4mm<sup>3</sup>/ストローク、上限設定値は、4~10mm<sup>3</sup>/ストロークの範囲内で設定し、排気量12リットルの8気筒エンジンでは、下限設定値は、1.5~12mm<sup>3</sup>/ストローク、上限設定値は、12~30mm<sup>3</sup>/ストロークの範囲内で設定する。

【0024】そして、次のステップ108で、上記ステップ104で算出した後噴射量Y1を前回の後噴射量積

算値X(初回処理時はX=0)に積算して後噴射量積算値Xを更新する。この後、ステップ109で、後噴射量積算値Xを前記ステップ107で設定した下限設定値と比較し、後噴射量積算値Xが下限設定値よりも小さければ、ステップ102に戻り、ステップ102からステップ109までの処理を繰り返す。

【0025】このような処理により、1気筒当りの後噴射量Y<sub>1</sub>が下限設定値より小さい場合は、後噴射を中止して数サイクル分の後噴射量を積算し、その積算値Xが下限設定値以上になった時に、ステップ109からステップ110に進み、前記ステップ104で算出した単位時間当りの軽油供給量Zとエンジン回転数とに基づいて、後噴射する気筒数を図7に示すマップデータより算出する。つまり、軽油供給量Zが多いほど、後噴射気筒数を多くし、エンジン回転数が低くなるほど、後噴射気筒数を多くする。そして、このようにして算出した後噴射気筒数と単位時間当りの軽油供給量Zとエンジン回転数とに基づいて1気筒当りの後噴射量Y(1ストローク当り)を算出する。この際、算出した1気筒当りの後噴射量Yが下限設定値より小さくなる場合には、1気筒当りの後噴射量Yが下限設定値以上となるまで、後噴射気筒数を減少して1気筒当りの後噴射量Yを算出し直す。

【0026】この後、ステップ111で、1気筒当りの後噴射量Yを前記ステップ107で設定した上限設定値と比較し、1気筒当りの後噴射量Yが上限設定値よりも大きければ、ステップ112に進み、1気筒当りの後噴射量Yを上限設定値に補正して、ステップ113に進む。また、上記ステップ111で、1気筒当りの後噴射量Yが上限設定値以下であれば、1気筒当りの後噴射量Yを補正せずにステップ113に進む。このステップ113では、上述した処理により算出した1気筒当りの後噴射量Y、後噴射時期、後噴射気筒数に従って後噴射指令を燃料噴射弁14に出力し、後噴射を実行して本プログラムを終了する。

【0027】後噴射を実行する場合には、後噴射する気筒が一部の気筒に偏らないように後噴射する気筒を随時変更する。例えば、エンジンの全気筒数より少ないN個の気筒で後噴射する場合には、全気筒からN個の気筒を選択する組み合わせを考慮し、その全ての組み合わせで後噴射するように、後噴射する気筒の組み合わせを1又は数サイクル毎に変更する。

【0028】例えば、4気筒エンジンで2つの気筒で後噴射する場合の後噴射の順序を図8乃至図11に基づいて説明すると、図8に示すように第1気筒と第2気筒からなる後噴射気筒群で1又は数サイクルの間、後噴射した後、図9に示すように別の気筒群である第2気筒と第3気筒からなる後噴射気筒群で1又は数サイクルの間、後噴射する。その後、図10に示すように第3気筒と第4気筒からなる後噴射気筒群で1又は数サイクルの間、後噴射した後、図11に示すように第1気筒と第4気筒

からなる後噴射気筒群で1又は数サイクルの間、後噴射する。尚、後噴射気筒群の切り換えの順序は、上記の順序に限定されず、適宜変更しても良いことは言うまでもない。

【0029】以上説明した実施形態(1)では、触媒活性状態やエンジン運転条件から算出した単位時間当りの軽油供給量Z(目標後噴射量)とエンジン回転数とに基づいて後噴射する気筒数を算出すると共に、1気筒当りの後噴射量Yを算出するようにしたので、軽油供給量Zが多い場合には、後噴射する気筒数を多くして1気筒当りの後噴射量Yを適正範囲内にすることができ、シリンダ壁への後噴射燃料の付着を防止できる。これにより、軽油供給量Zが多い場合でも、潤滑油への後噴射燃料の混入を防止できて、潤滑油の寿命を延ばすことができると共に、NO<sub>x</sub>の還元浄化に必要な後噴射量を目標値に合わせて精度良く制御することができ、NO<sub>x</sub>浄化率を向上できる。

【0030】しかも、上記実施形態(1)では、後噴射時期によって筒内の温度や筒内の空気の流れの強さが変化することを考慮し、エンジン負荷と排気温度とに基づいて後噴射時期を算出するようにしたので、エンジン運転状態や触媒活性状態に応じて最適な後噴射時期を設定することができ、後噴射燃料の高改質化とシリンダ壁への後噴射燃料の付着防止の効果を高めることができる。更に、筒内温度や筒内圧力によって筒内に後噴射した燃料の挙動や改質度が異なってくることを考慮し、エンジン運転条件と後噴射時期とに基づいて筒内温度と筒内圧力を推定し、その推定結果に基づいて後噴射量の下限設定値と上限設定値を算出するようにしたので、幅広い運転条件下で後噴射量のばらつきやシリンダ壁への後噴射燃料の付着を防止することができる。

【0031】また、後噴射する気筒が一部の気筒に偏らないように後噴射する気筒を随時変更するようにしたので、全ての気筒の燃料噴射弁14をほぼ均等に使用して後噴射を行うことができ、後噴射が特定の気筒に偏ることによる燃料噴射弁14の早期劣化を防止することができ、耐久性を向上できる。尚、本実施形態(1)では、後噴射する気筒数を、単位時間当りの軽油供給量Zとエンジン回転数とをパラメータとする図7の二次元マップより算出したが、燃料圧力センサ12で検出した燃料圧力と単位時間当りの軽油供給量Zとエンジン回転数とをパラメータとする三次元マップより後噴射する気筒数を算出するようにしても良い。例えば、後噴射時の燃料圧力が高い場合には、後噴射する気筒数を多くして、1気筒当りの後噴射量を少なくする。これにより、後噴射時の燃料圧力が高い場合でも、シリンダ壁への後噴射燃料の付着を防止することができる。

〔実施形態(2)〕前記実施形態(1)では、単位時間当りの軽油供給量Zとエンジン回転数とに基づいて、後噴射する気筒数を図7のマップデータより算出したが、



図 12 に示す実施形態 (2) では、後噴射量積算値  $X$  と触媒活性状態を表す  $\text{NO}_x$  触媒 19 出口の排気温度  $T_g$

(触媒温度) に基づいて、後噴射する気筒数と 1 気筒当りの後噴射量を算出し、触媒活性状態に適した改質度の後噴射燃料を  $\text{NO}_x$  触媒 19 に供給する。以下、本実施形態 (2) で実行する図 12 の後噴射制御プログラムの処理内容を説明する。

【0032】図 12 の後噴射制御プログラムにおいても、前述した図 2 のステップ 101~109 と同じ処理を行い、後噴射により  $\text{NO}_x$  触媒 19 に供給すべき単位時間当りの軽油供給量  $Z$  を算出すると共に、1 気筒当りの後噴射量  $Y_1$  (1 ストローク当り) を算出し、この後噴射量  $Y_1$  の積算値  $X$  が下限設定値以上になるまで後噴射量  $Y$  を積算する (ステップ 120)。そして、後噴射量積算値  $X$  が下限設定値以上になれば、ステップ 121 に進み、排気温度センサ 20 で検出した  $\text{NO}_x$  触媒 19 出口の排気温度  $T_g$  (触媒温度) を設定温度  $T_1$  と比較する。ここで、設定温度  $T_1$  は、最大  $\text{NO}_x$  浄化率を示す触媒温度 (好ましくは  $240^\circ\text{C}$ ~ $270^\circ\text{C}$ ) に設定されている。

【0033】このステップ 121 で、排気温度  $T_g$  が設定温度  $T_1$  よりも高ければ、ステップ 122 に進み、後噴射気筒数を前回の気筒数より 1 気筒増加させてステップ 124 に進む。これに対し、排気温度  $T_g$  が設定温度  $T_1$  以下であれば、ステップ 123 に進み、後噴射気筒数を前回の気筒数より 1 気筒減少させてステップ 124 に進む。

【0034】このステップ 124 では、上記ステップ 122 又は 123 で設定した後噴射気筒数と単位時間当りの軽油供給量  $Z$  とエンジン回転数とに基づいて 1 気筒当りの後噴射量  $Y$  (1 ストローク当り) を算出する。この後、ステップ 125 で、1 気筒当りの後噴射量  $Y$  を下限設定値と比較し、1 気筒当りの後噴射量  $Y$  が下限設定値以上であれば、ステップ 126 に進むが、1 気筒当りの後噴射量  $Y$  が下限設定値よりも小さければ、ステップ 123 に戻り、後噴射気筒数を 1 気筒減少させて 1 気筒当りの後噴射量  $Y$  を算出し直す (ステップ 124)。

【0035】このようにして 1 気筒当りの後噴射量  $Y$  が下限設定値以上になれば、ステップ 126 に進み、1 気筒当りの後噴射量  $Y$  を上限設定値と比較し、1 気筒当りの後噴射量  $Y$  が上限設定値よりも大きければ、ステップ 127 に進み、1 気筒当りの後噴射量  $Y$  を上限設定値に補正して、ステップ 128 に進む。また、上記ステップ 126 で、1 気筒当りの後噴射量  $Y$  が上限設定値以下であれば、1 気筒当りの後噴射量  $Y$  を補正せずにステップ 128 に進む。このステップ 128 では、上述した処理により算出した 1 気筒当りの後噴射量  $Y$ 、後噴射時期、後噴射気筒数に従って後噴射指令を燃料噴射弁 14 に出し、後噴射を実行して本プログラムを終了する。後噴射を実行する場合には、前記実施形態 (1) と同じく、

後噴射する気筒が一部の気筒に偏らないように後噴射する気筒を随時変更する。

【0036】以上説明した実施形態 (2) では、排気温度センサ 20 で検出した  $\text{NO}_x$  触媒 19 出口の排気温度  $T_g$  を触媒温度の代用データとして検出し、排気温度  $T_g$  が設定温度  $T_1$  以下の時は、後噴射気筒数を増加し、1 気筒当りの後噴射量を少なくすることで、後噴射燃料が筒内から受ける単位体積当りの熱量を多くして、後噴射燃料の改質を促進する。これにより、低沸点炭化水素の割合を高めた燃料を  $\text{NO}_x$  触媒 19 に供給して、 $\text{NO}_x$  浄化率を高める。

【0037】また、排気温度  $T_g$  が設定温度  $T_1$  よりも高い時は、後噴射気筒数を少なくして 1 気筒当りの後噴射量を多くすることで、後噴射燃料が筒内から受ける単位体積当りの熱量を相対的に少なくして、低沸点炭化水素の割合を少なくした燃料を  $\text{NO}_x$  触媒 19 に供給する。これにより、 $\text{NO}_x$  触媒 19 で後噴射燃料が燃焼することを防いで、 $\text{NO}_x$  浄化率の低下を防ぐ。

【実施形態 (3)】実施形態 (3) では、図 13 の後噴射制御プログラムを実行することで、燃料圧力センサ 12 で検出したコモンレール 16 内の燃料圧力を考慮して、後噴射する気筒数と 1 気筒当りの後噴射量  $Y$  を算出する。以下、図 13 の後噴射制御プログラムの処理内容を説明する。本プログラムが起動されると、まず、ステップ 131 で、後噴射量積算値  $X$  を初期化して  $X=0$  とし、次のステップ 132 で、エンジン回転数センサ 27、アクセルセンサ 26、排気温度センサ 20、燃料圧力センサ 12 から出力されるエンジン回転数、アクセル開度、排気温度、燃料圧力の信号を読み込む。この後、ステップ 133 で、エンジン回転数とアクセル開度とに基づいて、エンジン 10 から排出される  $\text{NO}_x$  排出量を図 3 に示すマップデータより算出する。

【0038】この後、ステップ 134 で、上記ステップ 132 で読み込んだ排気温度とステップ 133 で算出した  $\text{NO}_x$  排出量とに基づいて、後噴射により  $\text{NO}_x$  触媒 19 に供給すべき単位時間当りの軽油供給量  $Z$  (目標後噴射量に相当) を図 4 に示すマップデータより算出し、この単位時間当りの軽油供給量  $Z$  を 1 気筒で後噴射する場合の燃料噴射弁 14 の 1 ストローク (1 噴射動作) 当りの後噴射量  $Y_1$  を上記ステップ 132 で読み込んだエンジン回転数を基にして算出する。

【0039】この後、ステップ 135 で、エンジン負荷と排気温度とに基づいて、後噴射時期を図 5 に示すマップデータより算出し、次のステップ 136 で、上記ステップ 134 で算出した後噴射量  $Y_1$  を前回の後噴射量積算値  $X$  に積算して後噴射量積算値  $X$  を更新する。この後、ステップ 137 で、後噴射量積算値  $X$  を予め設定された下限設定値と比較し、後噴射量積算値  $X$  が下限設定値よりも小さければ、ステップ 132 に戻り、ステップ 132 からステップ 137 までの処理を繰り返す。こ

で、下限設定値は、燃料噴射弁 14 が精度良く噴射動作できる噴射量の下限值であるエンジンの 1 気筒の排気量 1 リットル当り 1~8 mm<sup>3</sup> / ストローク（望ましくは 2~6 mm<sup>3</sup> / ストローク）の範囲内で設定されている。

【0040】このような処理により、1 気筒当りの後噴射量 Y<sub>1</sub> が下限設定値より小さい場合は、後噴射を中止して数サイクル分の後噴射量を積算し、その積算値 X が下限設定値以上になった時に、ステップ 137 からステップ 138 に進み、前記ステップ 134 で算出した単位時間当りの軽油供給量 Z と燃料圧力とに基づいて、後噴射する気筒数を図 14 に示すマップデータより算出する。つまり、軽油供給量 Z が多いほど、後噴射気筒数を多くし、燃料圧力が高くなるほど、後噴射気筒数を多くする。そして、このようにして算出した後噴射気筒数と単位時間当りの軽油供給量 Z とエンジン回転数とに基づいて 1 気筒当りの後噴射量 Y（1 ストローク当り）を算出する。この際、算出した 1 気筒当りの後噴射量 Y が下限設定値より小さくなる場合には、1 気筒当りの後噴射量 Y が下限設定値以上となるまで、後噴射気筒数を減少して 1 気筒当りの後噴射量 Y を算出し直す。

【0041】この後、ステップ 139 で、1 気筒当りの後噴射量 Y を予め設定された上限設定値と比較し、1 気筒当りの後噴射量 Y が上限設定値よりも大きければ、ステップ 140 に進み、1 気筒当りの後噴射量 Y を上限設定値に補正して、ステップ 141 に進む。ここで、上限設定値は、後噴射燃料がシリンダ壁に付着しない後噴射量の上限值であるエンジンの 1 気筒の排気量 1 リットル当り 8~20 mm<sup>3</sup> / ストローク（望ましくは 8~12 mm<sup>3</sup> / ストローク）の範囲内で設定されている。

【0042】また、上記ステップ 139 で、1 気筒当りの後噴射量 Y が上限設定値以下であれば、1 気筒当りの後噴射量 Y を補正せずにステップ 141 に進む。このステップ 141 では、上述した処理により算出した 1 気筒当りの後噴射量 Y、後噴射時期、後噴射気筒数に従って後噴射指令を燃料噴射弁 14 に出力し、後噴射を実行して本プログラムを終了する。後噴射を実行する場合には、前記実施形態（1）と同じく、後噴射する気筒が一部の気筒に偏らないように後噴射する気筒を随時変更する。

【0043】以上説明した実施形態（3）では、後噴射時の燃料圧力が高い場合には、後噴射する気筒数を多くして、1 気筒当りの後噴射量を少なくすることで、シリンダ壁への後噴射燃料の付着を防止できる。これにより、後噴射時の燃料圧力が高い場合でも、潤滑油への後噴射燃料の混入を防止できて、潤滑油の寿命を延ばすことができると共に、NO<sub>x</sub> 触媒 19 への炭化水素の供給量を目標値に合わせて精度良く制御することができ、NO<sub>x</sub> 浄化率を向上できる。

【0044】尚、本実施形態（3）では、下限設定値と

上限設定値を予め設定したが、前記実施形態（1）と同じく、図 6 に示すマップデータより算出しても良い。この際、燃料圧力を考慮して下限設定値と上限設定値を算出するようにしても良い。また、本実施形態（3）では、後噴射する気筒数を、単位時間当りの軽油供給量 Z と燃料圧力とをパラメータとする図 14 の二次元マップより算出したが、単位時間当りの軽油供給量 Z と燃料圧力とエンジン運転状態（エンジン回転数等）とをパラメータとする三次元マップより後噴射する気筒数を算出するようにしても良い。

【0045】また、図 1 のシステム構成例では、NO<sub>x</sub> 触媒 19 下流側に排気温度センサ 20 を設置して、NO<sub>x</sub> 触媒 19 下流の排気温度を触媒温度の代用として検出するようにしたが、排気温度センサ 20 の設置場所は、NO<sub>x</sub> 触媒 19 の内部又は上流側であっても良く、この場合でも、検出した排気温度を、触媒温度として代用できる。

【0046】尚、上記各実施形態は、いずれも本発明を 4 気筒ディーゼルエンジンに適用したものであるが、気筒数は 4 気筒に限定されず、他の気筒数であっても良いことは言うまでもない。また、本発明を適用可能な内燃機関は、ディーゼルエンジンに限定されず、筒内噴射（直噴）式ガソリンエンジンにも適用可能である。

【図面の簡単な説明】

【図 1】本発明の実施形態（1）を示すエンジン制御システム全体の構成図

【図 2】実施形態（1）における後噴射制御プログラムの処理の流れを示すフローチャート

【図 3】エンジン回転数とアクセル開度から NO<sub>x</sub> 排出量を求めるマップデータの一例を概念的に示す図

【図 4】排気温度と NO<sub>x</sub> 排出量から単位時間当りの軽油供給量を求めるマップデータの一例を概念的に示す図

【図 5】エンジン負荷と排気温度から後噴射時期を求めるマップデータの一例を概念的に示す図

【図 6】筒内圧力と筒内温度から下限設定値と上限設定値を求めるマップデータの一例を概念的に示す図

【図 7】エンジン回転数と軽油供給量 Z から後噴射する気筒数を求めるマップデータの一例を概念的に示す図

【図 8】後噴射する気筒の順序の一例を示すタイムチャート（その 1）

【図 9】後噴射する気筒の順序の一例を示すタイムチャート（その 2）

【図 10】後噴射する気筒の順序の一例を示すタイムチャート（その 3）

【図 11】後噴射する気筒の順序の一例を示すタイムチャート（その 4）

【図 12】実施形態（2）における後噴射制御プログラムの処理の流れを示すフローチャート

【図 13】実施形態（3）における後噴射制御プログラムの処理の流れを示すフローチャート



13

14

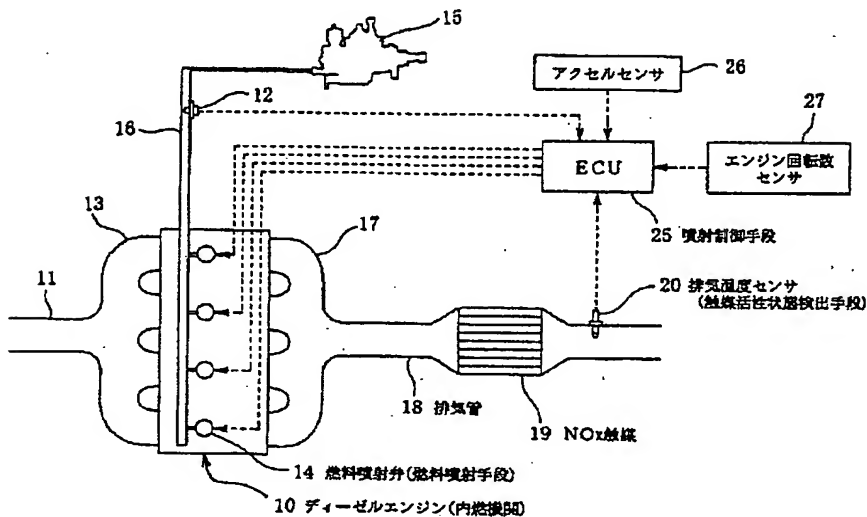
【図 14】 燃料圧力と軽油供給量 Z から後噴射する気筒数を求めるマップデータの一例を概念的に示す図

【符号の説明】

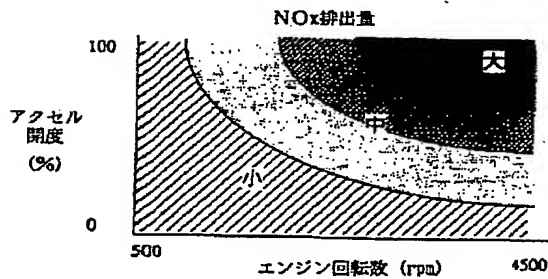
- 10 ディーゼルエンジン (内燃機関)  
 11 吸気管  
 12 燃料圧力センサ (燃料圧力検出手段)  
 13 吸気マニホールド  
 14 燃料噴射弁 (燃料噴射手段)

- 17 排気マニホールド (排気通路)  
 18 排気管 (排気通路)  
 19 NO<sub>x</sub>触媒 (触媒)  
 20 排気温度センサ (触媒活性状態検出手段)  
 25 ECU (噴射制御手段)  
 26 アクセルセンサ (運転状態検出手段)  
 27 エンジン回転数センサ (運転状態検出手段)。

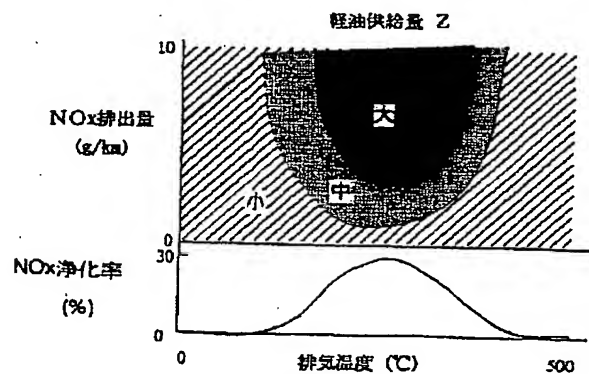
【図 1】



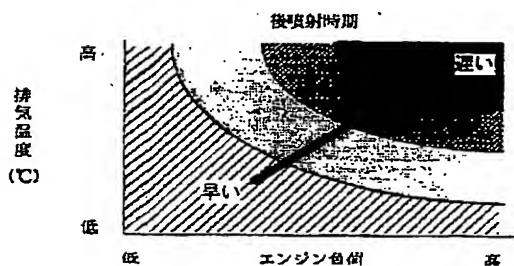
【図 3】



【図 4】

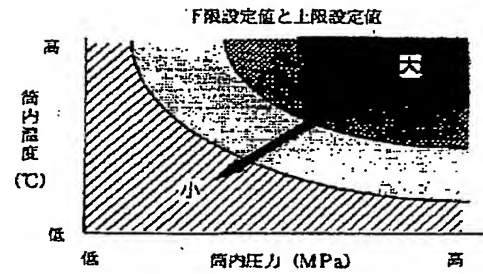
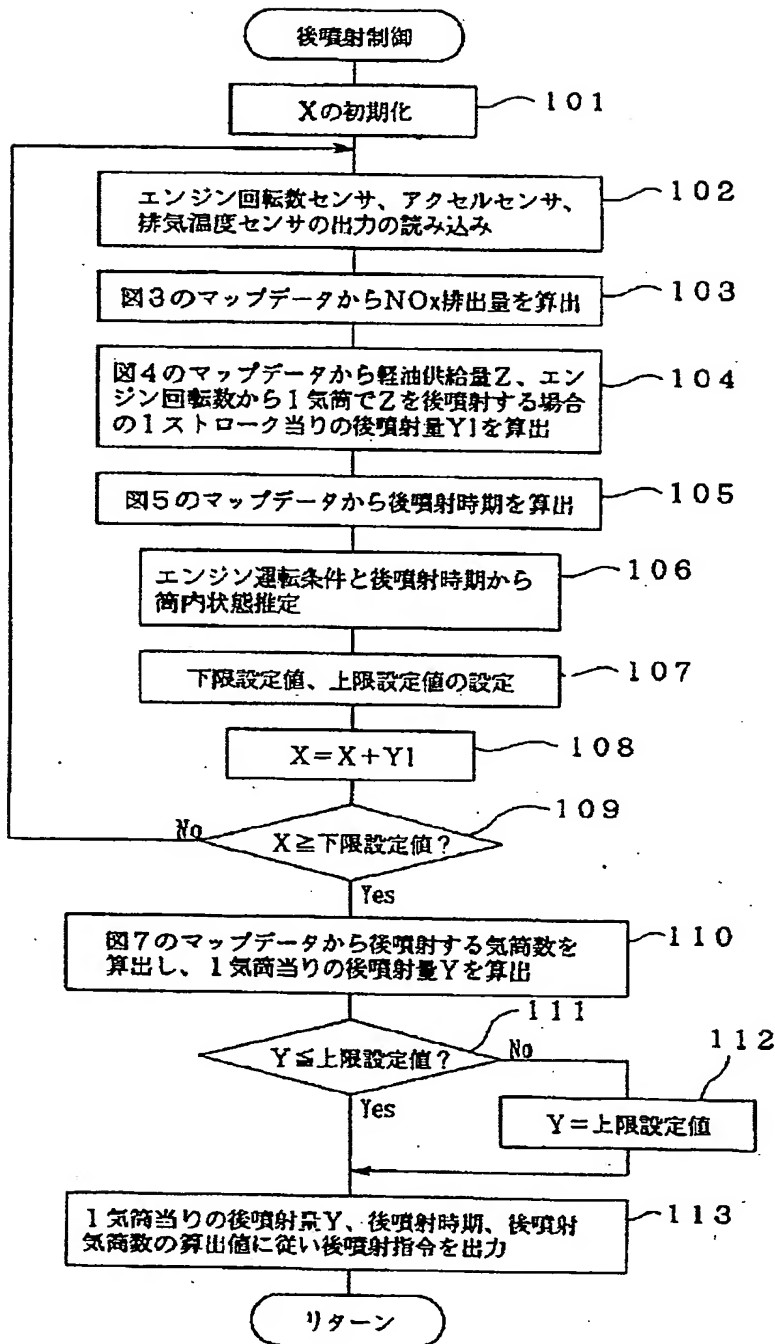


【図 5】

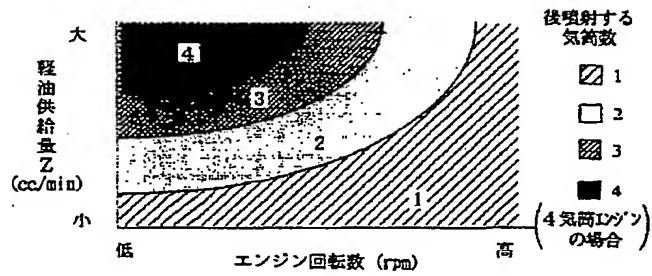


【図2】

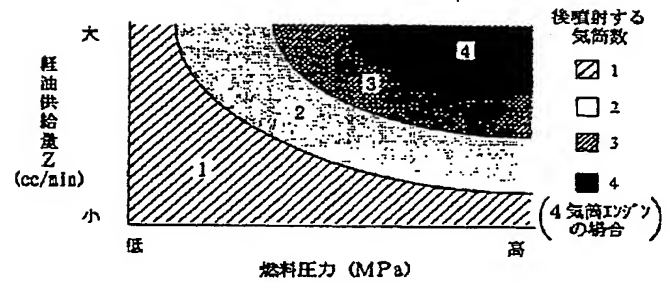
【図6】



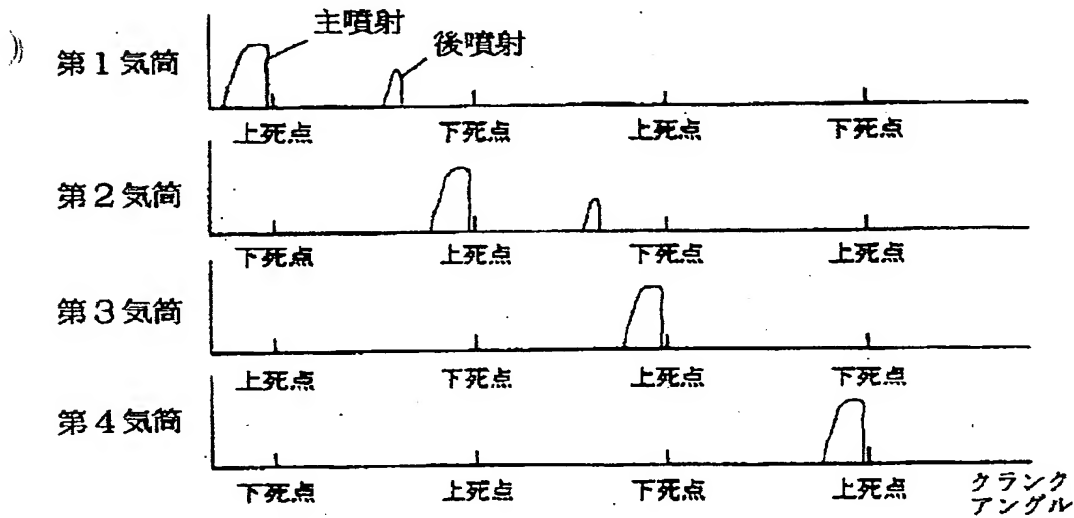
【図 7】



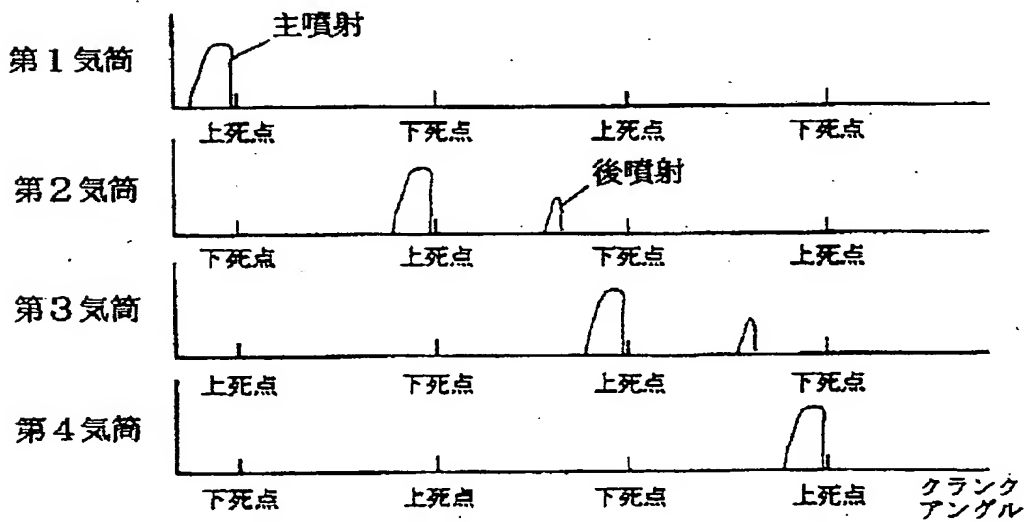
【図 14】



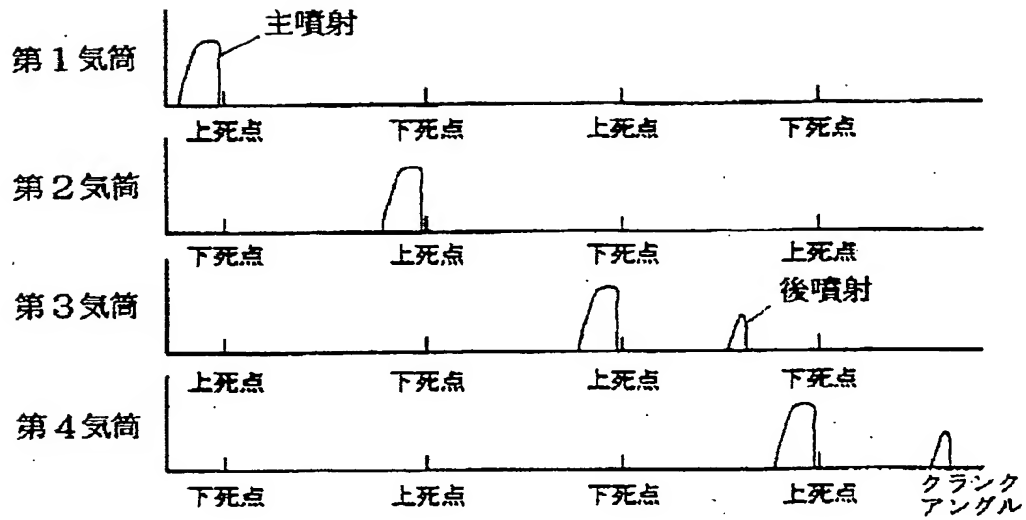
【図 8】



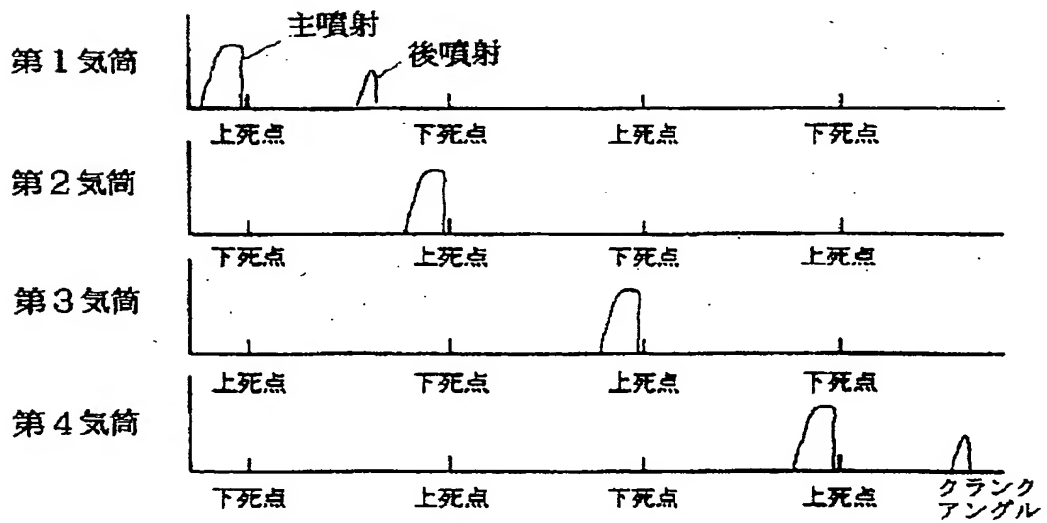
【図 9】



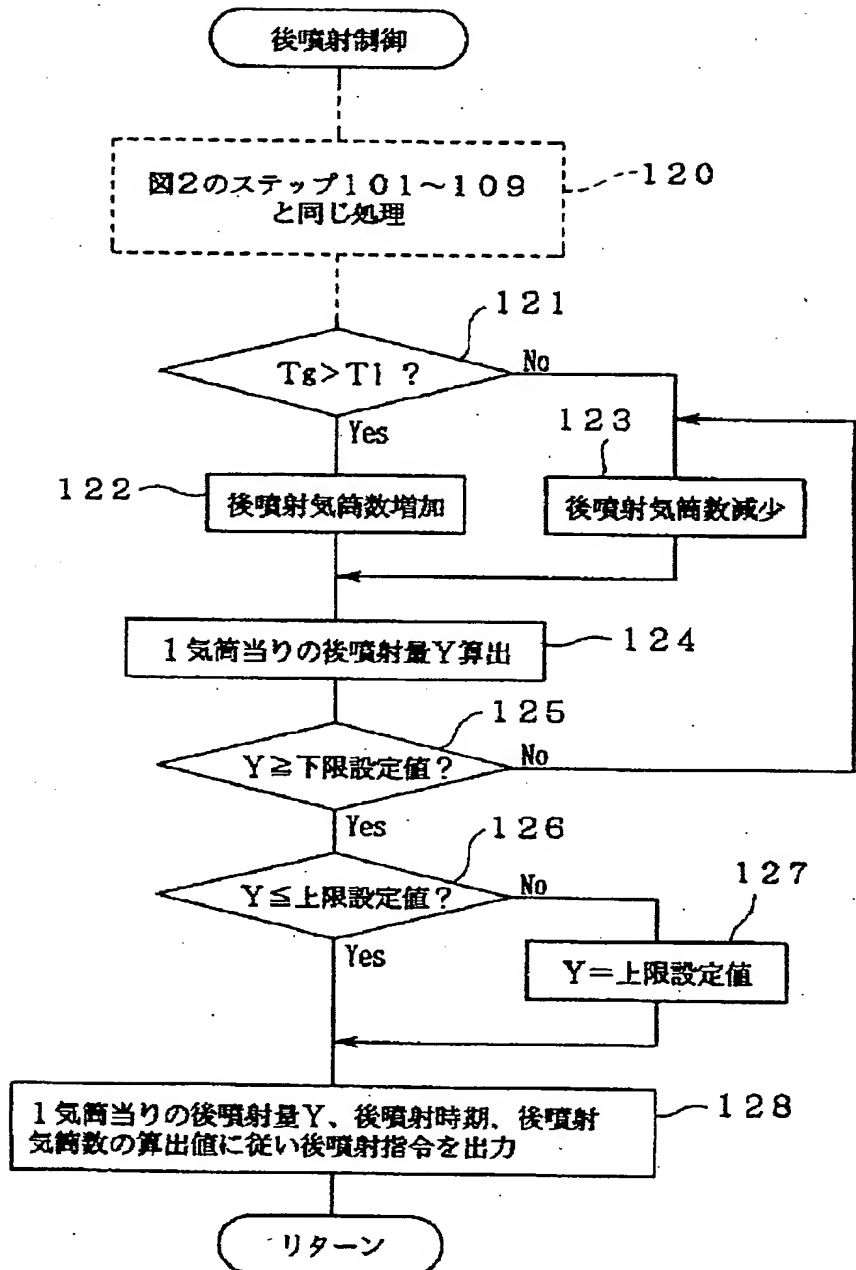
【図 10】



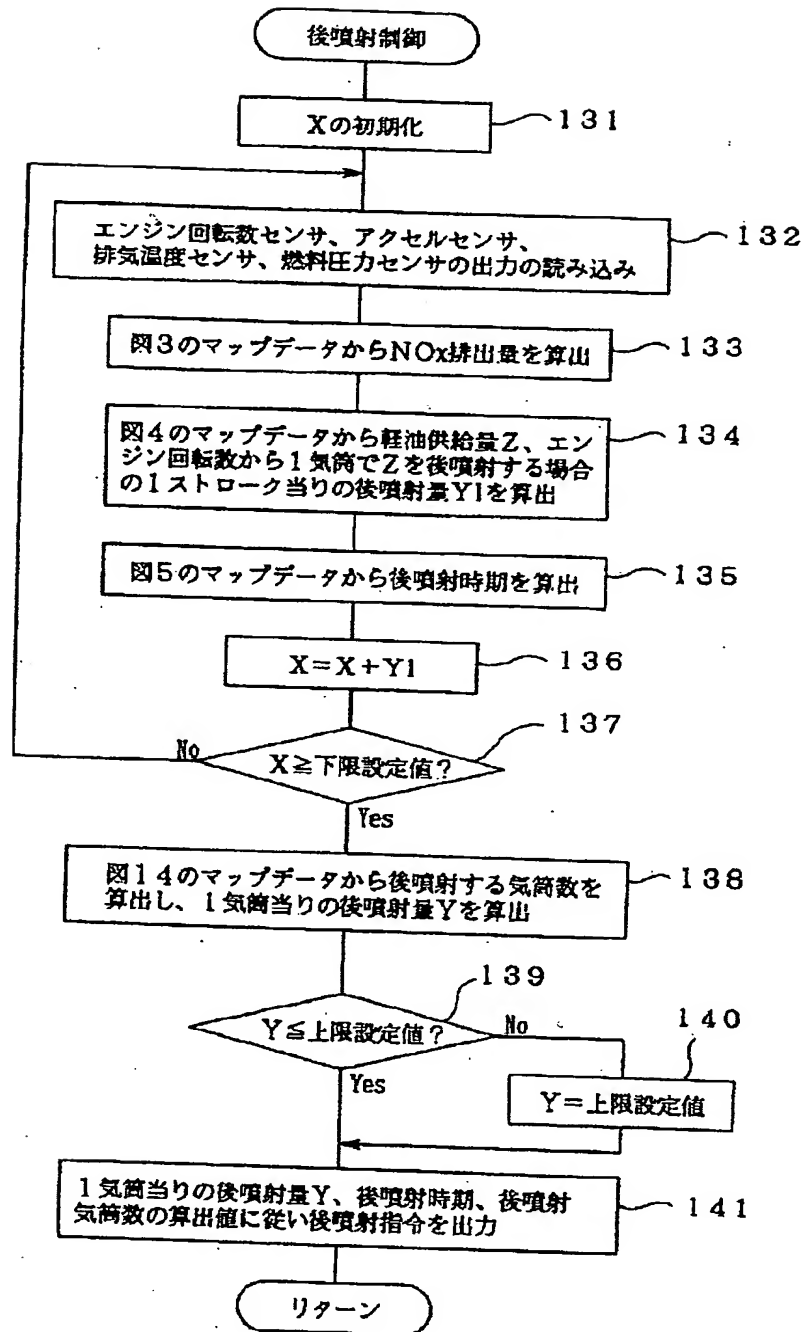
【図 11】



【図12】



【図13】



フロントページの続き

(51) Int. Cl.<sup>6</sup>  
F02D 41/34

識別記号 庁内整理番号

ZAB

F I  
F02D 41/34

ZAB

技術表示箇所

H



(72) 発明者 中村 兼仁

愛知県刈谷市昭和町 1 丁目 1 番地 株式会  
社デンソー内